

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2757080

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ НА КРОВЕНОСНУЮ СИСТЕМУ ПАЦИЕНТА И СООТВЕТСТВУЮЩИЙ СПОСОБ

Патентообладатель: *Общество с ограниченной ответственностью
"Фармаг" (RU)*

Авторы: *Гурфинкель Юрий Ильич (RU), Ремизова Юлия
Анатольевна (RU), Тишин Александр Метталинович (RU),
Острожнинский Владимир Александрович (RU), Новиков Никита
Дмитриевич (RU), Камалов Армаис Альбертович (RU),
Мацкеплишвили Симон Теймуразович (RU)*

Заявка № 2019125988

Приоритет изобретения 16 августа 2019 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 11 октября 2021 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 16 августа 2039 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 0x02A5CFBC00B1ACF59A40A2F08092E9A118
Владелец **Ивлиев Григорий Петрович**
Действителен с 15.01.2021 по 15.01.2035

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A61N 2/00 (2020.02); A61N 2/00 (2021.05)

(21)(22) Заявка: 2019125988, 16.08.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.08.2019Дата регистрации:
11.10.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.08.2019

(43) Дата публикации заявки: 16.02.2021 Бюл. № 5

(45) Опубликовано: 11.10.2021 Бюл. № 29

Адрес для переписки:

190000, г. Санкт-Петербург, БОКС-1125

(72) Автор(ы):

Гурфинкель Юрий Ильич (RU),
Ремизова Юлия Анатольевна (RU),
Тишин Александр Метталинович (RU),
Острожинский Владимир Александрович (RU),
Новиков Никита Дмитриевич (RU),
Камалов Армаис Альбертович (RU),
Мацкеплишвили Симон Теймуразович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"Фармаг" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2505265 C2, 27.01.2014. RU
2122824 C1, 10.12.1998. RU 2141855 C1,
27.11.1999. RU 104837 U1, 27.05.2011. RU 2142012
C1, 27.11.1999.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ НА КРОВЕНОСНУЮ СИСТЕМУ ПАЦИЕНТА И СООТВЕТСТВУЮЩИЙ СПОСОБ

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к медицинской технике, устройству для воздействия электромагнитным полем на кровеносную систему пациента и соответствующему способу. Устройство для воздействия переменным электромагнитным полем на кровеносную систему пациента содержит средства воздействия переменным электромагнитным полем на кровеносную систему пациента, блок управления, выполненный с возможностью управления работой указанным устройством, причем блок управления содержит средства программного обеспечения, обеспечивающие возможность подачи команд управления для создания переменного электромагнитного поля на заранее определенной части тела пациента с помощью средств воздействия переменным электромагнитным полем, а также обеспечивающие возможность обработки

результатов такого воздействия. Устройство также содержит измерительный блок, выполненный с возможностью измерения физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента, отображающий блок, выполненный с возможностью отображения измеренных и вычисленных физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента. Причем переменное электромагнитное поле, которым воздействуют на кровеносную систему пациента, характеризуется амплитудой магнитной индукции, которая составляет от 0,04 мТл до 0,06 мТл, и частотой, которая составляет от 700 Гц до 900 Гц, при этом указанное устройство обеспечивает повышение эндотелиальной функции под воздействием переменного электромагнитного поля. 2 н. и 19 з.п. ф-лы, 15 ил.



Фиг. 1

RU 2757080 C2

RU 2757080 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

A61N 2/00 (2020.02); A61N 2/00 (2021.05)(21)(22) Application: **2019125988, 16.08.2019**(24) Effective date for property rights:
16.08.2019Registration date:
11.10.2021

Priority:

(22) Date of filing: **16.08.2019**(43) Application published: **16.02.2021 Bull. № 5**(45) Date of publication: **11.10.2021 Bull. № 29**

Mail address:

190000, g. Sankt-Peterburg, BOKS-1125

(72) Inventor(s):

**Gurfinkel Yuriy Ilich (RU),
Remizova Yuliya Anatolevna (RU),
Tishin Aleksandr Mettalinovich (RU),
Ostrozhinskij Vladimir Aleksandrovich (RU),
Novikov Nikita Dmitrievich (RU),
Kamalov Armais Albertovich (RU),
Matskeplishvili Simon Tejmurazovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
"Farmag" (RU)**

(54) **DEVICE FOR INFLUENCING PATIENT'S CIRCULATORY SYSTEM WITH ELECTROMAGNETIC FIELD AND CORRESPONDING METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: medical equipment.

SUBSTANCE: group of inventions relates to medical equipment, a device for influencing the patient's circulatory system with an electromagnetic field and a corresponding method. The device for influencing the patient's circulatory system with an alternating electromagnetic field contains means of influencing the patient's circulatory system with the alternating electromagnetic field, a control unit made with the possibility to control the operation of the specified device, wherein the control unit contains software tools that provide the possibility to supply control commands to create the alternating electromagnetic field on a predetermined part of a patient's body using means of influencing with the alternating electromagnetic field, as well as provide the

possibility of processing the results of such an influence. The device also contains a measuring unit capable of measuring physiological parameters of the patient's cardiovascular system, a displaying unit made with the possibility of displaying measured and calculated physiological parameters of the patient's cardiovascular system. The alternating electromagnetic field, which influences the patient's circulatory system, is characterized by an amplitude of magnetic induction, which ranges from 0.04 MT to 0.06 MT, and a frequency that ranges from 700 Hz to 900 Hz.

EFFECT: specified device provides an increase in endothelial function under the influence of the alternating electromagnetic field.

21 cl, 15 dwg



Фиг. 1

RU 2757080 C2

RU 2757080 C2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к устройству для физиотерапевтического воздействия переменным электромагнитным полем сверхнизкой интенсивности на функцию эндотелия, как элемент сердечно-сосудистой системы (ССС) человека, и оценке влияния такого воздействия при лечении сердечно-сосудистых заболеваний и сосудистых осложнений. Более конкретно, настоящее изобретение относится к устройству для воздействия электромагнитным полем на кровеносную систему пациента и соответствующему способу.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

В мире и в России широко распространены сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), сахарный диабет 2-го типа. Так, по данным федеральной службы государственной статистики Министерства здравоохранения РФ за 24 сентября 2018 года [1], зарегистрировано порядка 2,5 миллионов больных социально-значимыми заболеваниями (Сахарный диабет 2-го типа, гипотония, гипертония и т.д.). Около 55% из них имеют болезни, «характеризующиеся повышенным кровяным давлением», и около 14% - сахарный диабет. Прогрессирование ССЗ напрямую связано с состоянием эндотелия - монослоя клеток, выстилающих внутреннюю поверхность кровеносных и лимфатических сосудов, а также полостей сердца. Одной из самых важных функций эндотелиоцитов является выделение оксида азота, чрезвычайно важного для функционирования организма, так называемого межклеточного «мессенджера». Оксид азота (NO) влияет на расслабление гладких мышц сосудов, иными словами регулирует сосудистый тонус, а, следовательно, и артериальное давление. После присуждения Р. Ферчготту, Л. Игнарро и Ф. Мюраду в 1998 г. Нобелевской премии в области физиологии и медицины за открытие роли оксида азота как сигнальной молекулы в сердечно-сосудистой системе [2], стало ясно, что одной из причин артериальной гипертензии и других сердечно-сосудистых заболеваний является эндотелиальная дисфункция. Кроме того, эндотелий регулирует программируемую гибель и пролиферацию клеток, играет важную роль в секреторной и репродуктивной системе, а также в процессах вазоконстрикции и вазодилатации, регулировании компонентов (тромбин, фибрин) свертывания крови, ангиогенезе, процессе формирования новых кровеносных сосудов, что обеспечивает рост тканей и ускоряет процессы заживления.

С точки зрения физиологии человека показателями, характеризующими функционирование ССС, являются: скорость распространения пульсовой волны (СРПВ), артериальное давление (АД), частота сердечных сокращений (ЧСС), эндотелиальная функция (ЭФ).

Пульсовая волна представляет собой распространяющуюся по артериям волну сжатия-растяжения, вызванную выбросом крови из левого желудочка сердца в период систолы, т.е. состояния сердечной мышцы в период сокращения, когда левый и правый желудочки сердца сокращаются [3]. Таким образом, СРПВ в физическом смысле представляет собой скорость распространения продольной волны, распространяющейся по артериям после сердечного сокращения. Величина СРПВ является достоверным показателем жесткости сосудов [4]. Оценка жесткости сосудов путем определения СРПВ позволяет диагностировать поражение артерий на доклинической стадии, выявить группы людей с высоким сердечно-сосудистым риском [4].

Артериальное давление в физическом смысле представляет собой разность между давлением крови в кровеносной системе и давлением атмосферы. АД является важным физиологическим параметром организма человека. Например, стойкое пониженное (90 мм рт.ст. и 60 мм рт.ст.), а также повышенное (140 мм рт.ст. и 90 мм рт.ст.) АД

может являться симптомом какого-либо ССЗ (например, артериальной гипотензии/гипертензии) [5].

Частота сердечных сокращений в состоянии покоя у здорового взрослого человека 60-80 ударов в минуту. Чрезмерно частое сокращение сердца, так же, как и замедленное, может являться симптомом различных заболеваний. Таким образом, ЧСС является

важнейшим физиологическим признаком состояния здоровья человека. В настоящем изобретении способность эндотелиоцитов к выделению оксида азота названа эндотелиальной функцией.

Как указано выше, эндотелиальная дисфункция характеризуется нарушением синтеза NO или увеличением его разрушения. Возможными негативными последствиями этого процесса являются вазоконстрикция, агрегация тромбоцитов, адгезия лейкоцитов и пролиферация гладкомышечных клеток [5-7]. В результате уменьшается

кровоснабжение, как отдельных органов, так и всего организма, как следствие, возникают поражения органов-мишеней [2, 8, 9]. Ряд авторов [10-13] указывает на ЭФ,

как на ранний индикатор патологии как сосудов, так и почек. Исследуя большую когорту амбулаторных больных с артериальной гипертензией (АГ), находившуюся под наблюдением 16 лет, Stéphane Laurent и соавт. (2001) [14] выявили прямую зависимость

между уровнем плотности артерий и смертностью от сердечно-сосудистой патологии. При ишемической болезни сердца (ИБС) и АГ происходит увеличение жесткости стенок

артерий [15]. Ряд исследователей рассматривает увеличение СРПВ как признак субклинического коронарного атеросклероза и считает обоснованным использовать этот признак как независимый фактор риска ИБС, обнаружение которого особенно важно для пациентов, у которых заболевание протекает бессимптомно [3, 16-19].

В нашей стране серьезные исследования в области применения магнитного поля в медицине были организованы в Пермском институте в 30-40-х годах. К настоящему времени накоплен достаточно убедительный фактический материал, свидетельствующий о том, что постоянные, переменные, пульсирующие, вращающиеся и бегущие магнитные поля оказывают противовоспалительное спазмолитическое, обезболивающее,

гипотензивное, гипокоагулирующее противоотечное действие, активно влияют на обмен веществ и процессы регенерации травмированных тканей.

В RU 160335 U1 раскрыт способ воздействия низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты, а также оценка функциональной активности микрососудистого эндотелия. Известный способ воздействия низкоинтенсивного миллиметрового излучения способствует увеличению параметров функциональной активности эндотелия.

В US 7089060 B1 раскрыт способ активации рецептора сосудистого эндотелиального фактора роста (VEGF) одной или нескольких клеток, включающий расположение генератора пульсирующего электромагнитного поля вблизи рецептора VEGF, так что поток электромагнитного поля, генерируемого генератором электромагнитного поля, будет проходить через рецептор VEGF для его активации. При этом генерируемое электромагнитное поле имеет скорость флуктуации, которая активирует рецептор VEGF. Известный способ обращает процесс остеопороза и стимулирует заживление переломов, вызванных остеопорозом, а также увеличивает скорость заживления других переломов костей и для слияния позвонков.

В US 2009018613 A1 раскрыты способы и устройства для регуляции экспрессии гена белка сосудистого эндотелиального фактора роста (VEGF) в эндотелиальных клетках различных тканей-мишеней посредством емкостной связи или индуктивной связи, осуществляемой, например, с помощью катушек, генерирующих электрическое и/или

электромагнитное поле, расположенных относительно клеток-мишеней, специфических и избирательных сигналов с клетками этих тканей таким образом, что генерируемое поле воздействует на больные или поврежденные ткани. Известные способы и устройства обеспечивают усиление экспрессии фактора роста сосудистого эндотелия в
 5 эндотелиальных клетках, что способствует целенаправленному лечению заболеваний периферических сосудов, сердечно-сосудистых заболеваний, заживления ран, заживления сухожилий и связок, предотвращение роста или распространения опухоли и других состояний, в которых может участвовать белок VEGF.

В RU 179371 U1 раскрыт жилет для диагностики и комплексного лечения за счет
 10 воздействия на пациента низкоинтенсивным электромагнитным излучением при сердечнососудистых заболеваниях. Жилет содержит блок измерения сигналов и электроды. Корсетная часть жилета в первом слое дополнительно может иметь отверстия для беспроводных датчиков таких, как фотоплетизмограммы, датчики температуры и др. При необходимости электромагнитного воздействия к электроду может
 15 прикрепляться магнитный индуктор. Жилет обеспечивает возможность обратного воздействия на пациента низкоинтенсивным электромагнитным излучением, через выявленные при проведении диагностического исследования электроды. Недостатком известной полезной модели является ограниченный терапевтический эффект, возможность применения на конкретной части тела.

В RU 157740 U1 раскрыто устройство для диагностики и оценки проводимого лечения
 20 сердечно-сосудистых заболеваний и, при необходимости, его корректировки, при одновременном исследовании фотоплетизмографии и электрокардиографии. Параллельно с проводимым лечением низкоинтенсивными электромагнитными полями с индивидуальным алгоритмом обеспечена возможность проведения оценки состояния
 25 эндотелиальной функции. В комплекс лечебных программ включаются спектры частот от 1 до 100 Гц.

В RU 2656560 раскрыт способ оценки риска сердечно-сосудистых осложнений у пациента с комбинированной патологией, согласно которому осуществляют регистрацию
 30 текущих параметров оцениваемого заболевания у пациента и аналогичных предварительно полученных параметров у здоровых волонтеров. Для диагностируемого вида заболевания предварительно определяют весовые коэффициенты для каждого параметра, используя известные средние значения параметров у пациентов с данным заболеванием и средние значения этих же параметров здоровых волонтеров. В RU
 2508904 раскрыт способ оценки риска сердечно-сосудистых осложнений, в котором
 35 методом оптической капилляроскопии эпонихия пальца руки определяют размер периваскулярной зоны, диаметры венозных и артериальных отделов капилляров, определяют скорость распространения пульсовой волны и значение эндотелиальной функции на верхней конечности синхронно относительно R пика электрокардиограммы, измеряют артериальное давление и рассчитывают индекс К риска сердечно-сосудистых
 40 осложнений по математической формуле.

Недостатком всех описанных устройств и способов является то, что их использование позволяет осуществлять лечение ССЗ только после их диагностирования, а также отсутствие способов воздействия, обеспечивающих значительное повышение
 эндотелиальной функции.

Кроме того, ни в одном из приведенных выше источниках уровня техники не раскрыто
 45 устройство для проведения электромагнитного воздействия на кровеносную систему человека, также включающее устройство для контроля результатов такого воздействия, обеспечивающее значительное повышение эндотелиальной функции для улучшения

общего терапевтического состояния.

Таким образом, существует потребность в обеспечении новых устройств терапевтического воздействия на ССС человека. В частности, предпочтительным является создание устройств для проведения электромагнитного воздействия на кровеносную систему человека, также включающее устройство для контроля результатов такого воздействия, обеспечивающих значительное повышение эндотелиальной функции, при ее быстром и эффективном вычислении.

РАСКРЫТИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В настоящем изобретении предложено устройство для воздействия переменным электромагнитным полем на кровеносную систему пациента, содержащее средства воздействия переменным электромагнитным полем на кровеносную систему пациента, блок управления, выполненный с возможностью управления работой указанным устройством для осуществления воздействия электромагнитным полем, причем блок управления содержит средства программного обеспечения, обеспечивающие возможность подачи команд управления для создания переменного электромагнитного поля на заранее определенной части тела пациента с помощью средств воздействия переменным электромагнитным полем, а также обеспечивающие возможность обработки результатов такого воздействия; блок питания, выполненный с возможностью обеспечения автономной работы указанного устройства или с возможностью обеспечения его работы от электрической сети переменного тока; измерительный блок, выполненный с возможностью измерения физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента, таких как амплитуда пульсовой волны, время распространения пульсовой волны, частота сердечных сокращений, артериальное давление; вычислительный блок, выполненный с возможностью вычисления скорости распространения пульсовой волны, эндотелиальной функции; отображающий блок, выполненный с возможностью отображения измеренных и вычисленных физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента; отличающееся тем, что переменное электромагнитное поле, которым воздействуют на кровеносную систему пациента, характеризуется амплитудой магнитной индукции, которая составляет от 0,04 мТл до 0,06 мТл, и частотой, которая составляет от 700 Гц до 900 Гц, причем указанное устройство обеспечивает повышение эндотелиальной функции под воздействием переменного электромагнитного поля.

В одном предпочтительном варианте реализации устройство дополнительно содержит блок ввода данных, выполненный с возможностью ввода данных о пациенте, в частности, роста, веса и возраста пациента.

В одном предпочтительном варианте реализации средства создания переменного электромагнитного поля выполнены с возможностью расположения вокруг тела пациента на некотором расстоянии.

В одном предпочтительном варианте реализации средства создания переменного электромагнитного поля выполнены с возможностью расположения в непосредственной близости от тела пациента.

В одном предпочтительном варианте реализации устройство дополнительно содержит запоминающее устройство, в котором сохранена база данных для сохранения измеренных и вычисленных физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента.

В одном предпочтительном варианте реализации средства воздействия переменным электромагнитным полем на кровеносную систему пациента содержат соленоид, выполненный с возможностью создания переменного электромагнитного поля при

получении команды от блока управления. Амплитуда магнитной индукции измеряется в геометрическом центре соленоида.

В другом предпочтительном варианте реализации измерительный блок устройства содержит множество датчиков, выполненных с возможностью размещения на заданной части тела пациента и с возможностью связи с измерительным блоком для измерения физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента на основании колебаний стенок артерий, обусловленных прохождением пульсовой волны.

Еще в одном предпочтительном варианте реализации измерительный блок также выполнен с возможностью измерения физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента в отсутствии электромагнитного поля.

Еще в одном предпочтительном варианте реализации устройство дополнительно содержит интерфейс связи, выполненный с возможностью осуществления проводной или беспроводной связи с вычислительным устройством для передачи вычисленных параметров на вычислительное устройство для их последующей обработки.

Еще в одном предпочтительном варианте реализации устройство дополнительно содержит компрессор для обеспечения давления, обеспечивающего пережатие кровеносных сосудов пациента и превышающего систолическое давление пациента на 30-40 мм рт. ст.

Еще в одном предпочтительном варианте реализации вычислительный блок вычисляет эндотелиальную функцию как отношение значений амплитуд пульсовых волн после и до пережатия.

Еще в одном предпочтительном варианте реализации предпочтительная длительность экспозиции переменного электромагнитного поля составляет 60 минут.

Еще в одном предпочтительном варианте реализации вычислительный блок устройства дополнительно содержит множество встроенных программ терапевтического воздействия электромагнитным полем, причем блок управления выполнен с возможностью регулирования длительности и периодичности воздействия в соответствии с выбранной программой.

Кроме того, в настоящем изобретении предложен способ воздействия переменным электромагнитным полем на кровеносную систему пациента, согласно которому генерируют переменное электромагнитное поле с помощью средств создания переменного электромагнитного поля; измеряют физиологические параметры сердечно-сосудистой системы пациента, таких как амплитуда пульсовой волны, время распространения пульсовой волны, частота сердечных сокращений, артериальное давление; вычисляют скорость распространения пульсовой волны и эндотелиальную функцию; отображают результаты вычислений с помощью отображающего блока, причем переменное электромагнитное поле, которым воздействуют на кровеносную систему пациента, характеризуется амплитудой магнитной индукции, которая составляет от 0,04 мТл до 0,06 мТл, и частотой, которая составляет от 700 Гц до 900 Гц.

В одном предпочтительном варианте реализации измерение физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента также осуществляют до генерирования переменного электромагнитного поля.

Еще в одном предпочтительном варианте реализации предпочтительная длительность экспозиции переменного электромагнитного поля составляет 60 минут.

Еще в одном предпочтительном варианте реализации осуществляют пережатие кровеносных сосудов пациента давлением, превышающим систолическое давление пациента на 30-40 мм рт.ст.

Еще в одном предпочтительном варианте реализации эндотелиальную функцию

вычисляют как отношение значений амплитуд пульсовых волн после и до пережатия.

Еще в одном предпочтительном варианте реализации способ дополнительно включает одновременно с вычислением эндотелиальной функции определение изменения скорости распространения пульсовой волны до и после пережатия.

5 Еще в одном предпочтительном варианте реализации способ дополнительно включает регулирование длительности и периодичности воздействия в соответствии с выбранной программой терапевтического воздействия электромагнитным полем.

Еще в одном предпочтительном варианте реализации способ дополнительно включает введение данных о пациенте, в частности, роста, веса и возраста пациента,

10 Предложенные устройство и способ являются безопасными для применения в медицинских целях, поскольку не оказывают воздействия на такие важные характеристики сердечно-сосудистой системы, как пульс, систолическое и диастолическое давление. Таким образом, настоящее изобретение обеспечивает положительный эффект воздействия переменного электромагнитного поля на ЭФ, который является полезным
15 при оказании медицинской помощи людям с заболеваниями, характеризующимися дисфункцией эндотелия, типичным для ишемической болезни сердца, сахарного диабета 2-го типа, постинфарктный кардиосклероз и других сердечно-сосудистых заболеваний.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На фиг. 1 показана блок-схема устройства для воздействия электромагнитным полем
20 на кровеносную систему пациента в соответствии с одним вариантом реализации настоящего изобретения.

На фиг. 2 показана циклограмма исследования с пятью одинаковыми последовательными сеансами измерений.

На фиг. 3 показан график зависимости магнитной индукции (мТл) в геометрическом
25 центре соленоида от частоты (Гц) при фиксированном напряжении (В).

На фиг. 4 показан график изменения эндотелиальной функции (ЭФ) на плече, пальце, запястье в зависимости от амплитуды индукции магнитного поля В (мТл).

На фиг. 5 показан график изменения эндотелиальной функции (ЭФ) на плече, пальце, запястье в зависимости от частоты N (Гц) электромагнитного поля.

30 На фиг. 6 показана диаграмма зависимости частоты сердечных сокращений от времени.

На фиг. 7 и 8 показаны диаграммы зависимости нормированного систолического и диастолического давления от времени.

На фиг. 9 показан график зависимости нормированной функции эндотелия от времени
35 для измерения на плече.

На фиг. 10 показан график зависимости нормированной функции эндотелия от времени для измерения на запястье.

На фиг. 11 показан график зависимости нормированной функции эндотелия от времени для измерения на пальце.

40 На фиг. 12 показан скриншот результатов вычислений р - параметра по критерию Уилкоксона.

На фиг. 13 показан график зависимости нормированной скорости распространения пульсовой волны от времени для измерения на плече.

На фиг. 14 показан график зависимости нормированной скорости распространения
45 пульсовой волны от времени для измерения на запястье.

На фиг. 15 показан график зависимости нормированной скорости распространения пульсовой волны от времени для измерения на пальце.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

На фиг. 1 схематично показано устройство 100 для воздействия электромагнитным полем на кровеносную систему пациента. Устройство 100 в целом содержит блок 110 ввода данных о пациенте, блок 120 управления, блок 130 питания, измерительный блок 140, вычислительный блок 150, отображающий блок 160 и базу данных 170. Устройство также может содержать интерфейс 180 связи, выполненный с возможностью осуществления проводной или беспроводной связи с вычислительным устройством для передачи вычисленных параметров на вычислительное устройство для их последующей обработки. Устройство 100 также содержит средства воздействия переменным электромагнитным полем на кровеносную систему пациента (не показаны на фиг. 1), которые, например, содержат по меньшей мере один соленоид и манжеты, и могут быть расположены вокруг тела пациента на некотором расстоянии или в непосредственной близости от тела пациента.

Специалисту в данной области техники будут очевидны другие модификации и дополнения, которые могут быть выполнены в настоящем устройстве. Например, в настоящем изобретении, без ограничения, могут быть выполнены изменения и модификации путем включения в устройство таких дополнительных элементов как цифровой преобразователь сигнала, коммутатор, селектор программ, запоминающие устройства и т.п., которые также входят в объем защиты настоящего изобретения.

Устройство 100 работает следующим образом. В блок 110 ввода данных при необходимости вводят информацию о пациенте, например, рост, вес и т.п. Вычислительный блок 150 рассчитывает расстояния (L) между манжетами с датчиками для размещения на заданной части тела пациента. Далее, на заданной части тела пациента располагают манжеты с датчиками на определенном ранее расстоянии (L) и соленоид таким образом, чтобы не создавать дискомфорт. Манжеты с датчиками выполнены с возможностью соединения с устройством 100 любыми известными с данной области техники способами. Датчики улавливают колебания стенок артерий, и с помощью измерительного блока 140 измеряют амплитуду пульсовой волны (ПВ) на заданной части тела пациента, а также время распространения ПВ. Измерение АД проводится одновременно с помощью осциллометрического метода и метода Короткова. Далее вычислительный блок 150 рассчитывает СРВП на основе полученных данных о времени распространения ПВ и расстоянии между манжетами, размещенными на заданной части тела, как отношение $L/\Delta t$. Программное обеспечение устройства 100 позволяет автоматически рассчитать СРВП, проводится не менее 2-х последовательных измерений с автоматическим вычислением среднего значения.

Для определения эндотелиальной функции с помощью вычислительного блока 150 используется проба с пережатием в одной из манжет. В одной из манжет, наложенной на заданную часть тела пациента, после записи амплитуд пульсовых волн в течение 27 - 40 сек до пережатия, создается и удерживается в течение 3-х минут давление, превышающее систолическое давление испытуемого на 30-40 мм рт. ст. По окончании гиперемии проводятся повторные измерения амплитуд пульсовых волн на артериях пережатой части тела с помощью датчиков и измерительного блока 140. Затем вычислительный блок 150 рассчитывает эндотелиальную функцию как отношение значений амплитуд пульсовых волн после и до пережатия:

$$\text{ЭФ} = (A/A_0 - 1) * 100\%,$$

где A_0 - Амплитуда ПВ до пережатия, A - амплитуда ПВ после пережатия.

Одновременно с определением ЭФ определяется изменение скорости распространения пульсовых волн в местах расположения манжет до и после трехминутного пережатия: $\text{АСРПВ} = (V/V_0 - 1) * 100\%$, где V_0 - скорость пульсовой волны до пережатия, V - скорость

ПВ после пережатия.

Для нивелирования последствий пережатия манжет делают паузу в течение 3 минут.

Спустя три минуты после определения ЭФ производится двукратное измерение систолического и диастолического артериального давления с помощью осциллометрического метода, и метода Короткова. Одновременно производится измерение частоты сердечных сокращений.

Все измерения и вычисления проводятся в автоматическом режиме с помощью измерительного блока 140 и вычислительного блока 150 и сохраняются в базе 170 данных в запоминающем устройстве устройства 100.

Далее по команде от блока 120 управления генерируют переменное электромагнитное поле с помощью соленоида. В течение 1 часа соленоид создает электромагнитное поле с амплитудой $B_0=0,01-0,15$ мТл и частотой 400-1600 Гц.

Следующие три сеанса измерений производятся после начала экспозиции электромагнитного поля, общая длительность которой составляет 60 минут. За это время с интервалом в 20 мин проводятся 3 однотипных измерения указанных выше параметров ССС с помощью устройства в соответствии с настоящим изобретением.

Каждый сеанс измерений с помощью устройства в соответствии с настоящим изобретением включает однотипные последовательные операции, выполняемые в автоматическом режиме:

- 1) Двукратное измерение скорости пульсовой волны (СРПВ).
- 2) Измерение функции эндотелия (ЭФ).
- 3) Двукратное измерение артериального давления (АД)

На фиг. 2 показана последовательность этапов измерений, где Т1 - период адаптации пациента к температурному режиму помещения, Т2 - первый период экспозиции, Т3 - второй период экспозиции, Т4 - третий период экспозиции, Т5 - пауза перед последним измерением, экспозиция поля отключена.

После завершения исследования СРВП и ЭФ для каждого сеанса измерений устройство 100 с помощью отображающего блока 160 показывает рассчитанные с помощью вычислительного блока 150 значения СРПВ, ЭФ, АСРПВ, а также измеренные пульс (ЧСС) и АД.

Устройство 100 в соответствии с настоящим изобретением обеспечивает быстрое и удобное считывание результатов измерений и вычислений лечащим врачом, низкую трудоемкость работы при терапевтическом воздействии, значительное повышение ЭФ. Кроме того, устройство в соответствии с настоящим изобретением позволяет проводить лечение и терапевтическое воздействие, не снимая одежду, мажевые, гипсовые и другие повязки влажные либо сухие, так как электромагнитное поле беспрепятственно проникает через них. Кроме того, воздействие переменным электромагнитным полем амплитудой от 0,04 мТл до 0,06 мТл и частотой от 700 Гц до 900 Гц незначительно отличается от естественного уровня магнитного поля Земли, а значит является привычным для человека и хорошо переносится.

Ниже описаны эксперименты, проведенные авторами настоящего изобретения.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Для оценки влияния на эндотелиальную функцию под воздействием электромагнитного поля сверхнизкой интенсивности был проведен ряд экспериментов, в которых принимали участие 30 добровольцев-волонтеров, среди них 6 женщин, в возрасте от 20 до 25 лет и 24 мужчины, в возрасте от 18 до 77 лет, условно здоровых, не имеющих хронических заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых патологий. Средний возраст испытуемых составил 30 лет.

Накануне исследования испытуемым предлагалось воздержаться от курения и употребления напитков, содержащих кофеин. Перед началом исследования участники эксперимента отдыхали в положении сидя в течение 15-20 минут в помещении при комнатной температуре (22-24°C).

5 Перед исследованием проводилось информирование участников о цели, содержании, пользе и безопасности эксперимента, после чего испытуемый подписывал информированное согласие на участие в эксперименте. Каждый испытуемый подписывал информированное согласие, он также имел возможность прекратить свое участие в эксперименте в любой момент времени. К эксперименту не допускали лиц, имеющих
10 признаки сердечно-сосудистых заболеваний, нарушений в работе внутренних органов, центральной нервной системы, инфекционных заболеваний.

Методы исследования

Все методы являются не инвазивными, не создающими болевых ощущений, температурных или механических воздействий.

15 Безопасность воздействия на медицинский персонал и испытуемого не превышает санитарных норм и подтверждена на основании следующего:

1) В соответствии с документом, регламентирующим нормы работы с магнитным полем, разработанным в Корнельском университете, США (Итака, штат Нью-Йорк): «Magnetic field safety guide. Environmental health and Safety» ([8], Прил. 1), при частоте
20 магнитного поля от 300 Гц до 30 кГц максимально допустимая величина амплитуды поля при общем и локальном воздействии составляет 0,2 мТл. Согласно настоящему изобретению максимальная амплитуда электромагнитного поля, которое создает соленоид, ограничена величиной 0,15 мТл. Более конкретно, генерируемое электромагнитное поле, которым воздействуют на пациента, имеет амплитуду от 0,04
25 мТл до 0,06 мТл и частоту от 700 Гц до 900 Гц.

2) Соотношение частоты и амплитуды электромагнитного поля используемом в эксперименте удовлетворяет Критерию Брезовича, определяемому как произведение амплитуды магнитной индукции на частоту магнитного поля, что полностью исключает нагрев биологических тканей, а значит является безопасным.

30 3) В Российской Федерации уровень безопасного для человека электромагнитного учения регламентируется санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами, а именно «СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» (раздел 7: электрические, магнитные, электромагнитные поля на рабочих местах), утвержденными постановлением главного
35 государственного санитарного врача Российской Федерации от 21 июня 2016 года. В соответствии с этими правилами установленная норма величины индукции переменного магнитного поля промышленной частоты 50 Гц (частота, наиболее близкая к предлагаемому для использования диапазону частот, регламентируемых в «СанПиН 2.2.4.3359-16») при воздействии менее 1 часа в день составляет для общего воздействия
40 2 мТл, для локального - 8 мТл. Планируемое воздействие ограничено максимальными уровнями амплитуды электромагнитного поля величиной 0,15 мТл, что существенно меньше санитарных норм, а именно более, чем на порядок для общего воздействия, и более, чем в 50 раз - для локального.

В динамике измеряли амплитуду пульсовой волны (ПВ) на плече, запястье и большом
45 пальце руки, а также время распространения ПВ. Далее, по полученным измерениям определяли 3 физиологических параметра: скорость распространения пульсовой волны (СРПВ), эндотелиальную функцию (ЭФ), артериальное давление (АД) и частоту сердечных сокращений (ЧСС).

Измерение АД проводили одновременно с помощью осциллометрического метода и метода Короткова. В процессе эксперимента также выполняли запись электрокардиограммы. Для этого электроды-датчики крепили к внешней стороне ладони правой руки, внешней и внутренней сторонам ладони левой руки.

5 На руке испытуемого располагали манжеты. Две манжеты были закреплены на плече и запястье над проекцией плечевой артерии и артерий запястья, третья - вокруг большого пальца. В ходе эксперимента рука испытуемого располагалась на уровне сердца в естественном положении.

10 Эксперимент начинали с беседы с врачом и одновременно с адаптации испытуемого к температурному режиму помещения (22-23 гр. С) в течении примерно 15-20 мин.

Циклограмма исследования включала 5 одинаковых последовательных сеансов измерений (средняя продолжительность каждого ~10 мин). Измерения проводили на правой руке испытуемого.

15 Первое измерение является исходным. Цель данного измерения заключается в оценке первоначальных параметров ССС человека. Врач оценивает характер и частоту сердечного ритма, наличие нарушений сердечного ритма и проводимости, артериальное давление, показатели жесткости артерий руки и функцию эндотелия. На этом этапе испытуемый может быть отстранен от участия в эксперименте, если в ходе измерения у него будут выявлены какие-либо патологические признаки.

20 Для выбора стабильных диапазонов частот и напряжений, подходящих для осуществления воздействия электромагнитным полем в соответствии с настоящим изобретением, были проведены измерения частоты и магнитной индукции при фиксированном напряжении от 1 до 15 Вольт с шагом 1 В. Частота варьировалась от 1 до 8000 Гц с переменным шагом (от 1 до 1000 Гц). Индукция электромагнитного поля
25 измерялась в геометрическом центре соленоида. Результаты измерений представлены на фиг. 3.

Далее, эксперимент продолжали для выявления влияния переменного МП на ЭФ, в результате чего получили графики зависимостей ЭФ от частоты и амплитуды МП, показанные на фиг. 4 и 5.

30 Результаты измерений были усреднены по количеству испытуемых в эксперименте, а затем нормированы относительно значений ЭФ до экспозиции электромагнитного поля. Такое значение на графиках было принято за единицу. Таким образом, все точки, лежащие ниже единицы по оси ординат, соответствуют уменьшению ЭФ после воздействия МП, а все точки, лежащие выше единицы, - увеличению ЭФ после
35 экспозиции МП.

В результате этой серии экспериментов было установлено, что МП различной частоты и амплитуды может приводить как к увеличению, так и к уменьшению величины ЭФ. Как показано на фиг. 4, в частности, что наиболее сильное увеличение ЭФ вызывает МП с индукцией 0,05 мТл и 0,23 мТл. Были установлены также амплитуды МП,
40 вызывающие уменьшение ЭФ - 0,02 мТл и 0,29 мТл. Однако, обнаруженное уменьшение ЭФ заметно меньше увеличения: максимальное уменьшение составило 10-15%, максимальное увеличение 30-35%.

Исследование влияния частоты на ЭФ показало эффект МП (до 20-25% увеличение ЭФ на плече и запястье и до 45-65% на пальце). Для выбора постоянной частоты и
45 амплитуды для дальнейшего эксперимента авторы изобретения руководствовались, данными полученными на плече и запястье, поскольку измерения на пальце сильно зависят от микро движений пальца и индивидуальных особенностей капиллярной системы испытуемого. Частотная зависимость величины ЭФ (Рисунок 14) позволила

выделить точки - 150 Гц, 833 Гц, как соответствующие частотам, при которых наблюдалось наибольшее возрастание эндотелиальной функции (для плеча и запястья).

Используя описанные выше данные авторами были выбраны частота и амплитуда МП для дальнейшей оценки влияния переменного МП на ЭФ, а также на такие
 5 параметры ССС, как скорость распространения пульсовой волны, пульс, артериальное давление (систолическое артериальное давление, диастолическое артериальное давление).

В качестве амплитуды МП была выбрана точка 0,05 мТл, поскольку при этой величине индукции МП наблюдалось максимальное воздействие на ЭФ, однако полезное воздействие на ЭФ также наблюдается во всем диапазоне от 0,04 мТл до 0,06 мТл. В
 10 качестве частоты МП было выбрано значение - 800 Гц, поскольку при такой частоте наблюдался наибольший эффект возрастания ЭФ, однако полезный эффект возрастания ЭФ также наблюдается во всем диапазоне от 700 Гц до 900 Гц.

Далее, изучалось воздействие переменного электромагнитного поля с индукцией 0,05 мТл и частотой 800 Гц на такие параметры ССС, как пульс (ЧСС), артериальное
 15 давление (систолическое и диастолическое), скорость распространения пульсовой волны, функция эндотелия. Последние 2 параметра измерялись для трех участков тела испытуемого - плеча, запястья и указательного пальца. Все измерения проводились на правой руке.

Измеренные значения ЧСС, АД, СРПВ в зависимости от времени были усреднены
 20 по 30 испытуемым, а также пронормированы по закону:

$F_i(t) = (f(t_i)/f(t_0) - 1) * 100\%$, где F_i - зависящая от времени функция ЧСС, АД, СРПВ, t - время, $i=1, 2, 3, 4, 5$ номер измерения.

Результаты измерений представлены на фиг. 6-11. Таким образом, на всех графиках представлено увеличение или понижение рассматриваемой функции относительно ее
 25 исходных значений (до включения электромагнитного поля) в момент времени равный 0. Как показано на фиг.6, пульс у испытуемых в процессе эксперимента значительно не изменялся. Максимальное отклонение от начального состояния составило около 4%, что укладывается в определенную врачами норму вариации пульса человека, находящегося в покое [20]. Изменения диастолического давления не превышали 4-х
 30 процентов (фиг. 7), систолическое давление в процессе эксперимента не менялось более, чем на 0,5% (фиг. 8), относительно исходного САД и ДАД, соответственно.

На основании полученных результатов авторы установили, что воздействие электромагнитного поля с частотой 800 Гц и амплитудой 0,05 мТл значительно не
 35 влияет на АД и ЧСС (пульс).

Кроме того, было установлено, что в целом воздействие электромагнитного поля с амплитудой от 0,04 мТл до 0,06 мТл, и частотой от 700 Гц до 900 Гц значительно не
 40 влияет на АД и ЧСС (пульс).

В частности, предложенное устройство для воздействия переменным электромагнитным полем на кровеносную систему пациента и соответствующий способ
 45 при экспозиции электромагнитным полем в течение 1 часа с частотой $f=800$ Гц и амплитудой магнитной индукции $B_0=0,05$ мТл обеспечивают значимое повышение эндотелиальной функции, что может быть полезным при терапии сердечно-сосудистых патологий.

Исходные данные ЭФ по 30-ти испытуемым были усреднены, а затем нормированы относительно точки, соответствующей началу отсчета времени ($t=0$ мин.). Данная точка
 50 соответствует изначальному уровню ЭФ у испытуемых до экспозиции электромагнитным полем. Нормировка производилась в соответствии с законом: $F_i(t) = (f(t_i)/f(t_1))$, где f_i -

функция эндотелия i -го измерения, i - номер измерения, $t_0=0$ мин. Исходя из примененной нормировки все значения, что находятся выше 1 по оси ординат, соответствуют увеличению ЭФ, все значения, что находятся ниже - уменьшению ЭФ.

Результаты, представленные на фиг. 9-11 показывают, что избранная авторами методика после 1,5 часов исследования дает примерно 20-процентный прирост функции эндотелия на плече (фиг. 9), примерно 30-процентный прирост функции эндотелия на запястье (фиг. 10), примерно 40-процентный прирост функции эндотелия на пальце (фиг. 11).

Достоверность полученных данных подтверждена уровнем статистической значимости (фиг. 12), рассчитанной по непараметрическому методу вычисления p - параметра - критерию Уилкоксона, также известного как T - критерий Вилкоксона или критерий Манна-Уитни для независимых выборок [21]. Рассчитанный по критерию Уилкоксона p - параметр дает возможность оценить значимость полученных результатов. При $P<0,05$ результат считается статистически значимым.

Таким образом, повышение ЭФ, зафиксированное в 4-ом и 5-ом измерениях, является статистически значимым на плече, запястье и пальце. Повышение ЭФ, зафиксированное во 2-ом измерении, значимо лишь на пальце, а повышение ЭФ, зафиксированное в 3-ем измерении значимо на пальце и на запястье (фиг. 12).

Таким образом, было установлено, что воздействие электромагнитным полем в течение 1 часа с частотой $f=800$ Гц и амплитудой магнитной индукции $B_0=0,05$ мТл приводит к статистически значимому возрастанию ЭФ на плече, запястье, пальце. В частности, обнаружено значимое повышение эндотелиальной функции на плече, запястье и пальце примерно на 20%, 30%, 40% соответственно. Обнаруженный эффект может быть полезным при терапии сердечно-сосудистых патологий.

Также установлено, что указанное воздействие не оказывает статистически значимого влияния на скорость распространения пульсовой волны, может приводить как к ее увеличению (запястье и палец), так и к уменьшению (плечо).

Таким образом, обнаруженный положительный эффект воздействия переменного магнитного поля на ЭФ, может быть полезен при оказании медицинской помощи людям с заболеваниями, характеризующимися дисфункцией эндотелия, типичным для ишемической болезни сердца, сахарного диабета 2-го типа, постинфарктный кардиосклероз и других сердечно-сосудистых заболеваний.

(57) Формула изобретения

1. Устройство для воздействия переменным электромагнитным полем на кровеносную систему пациента, содержащее:

средства воздействия переменным электромагнитным полем на кровеносную систему пациента;

блок управления, выполненный с возможностью управления работой указанным устройством для осуществления воздействия электромагнитным полем, причем блок управления содержит средства программного обеспечения, обеспечивающие возможность подачи команд управления для создания переменного электромагнитного поля на заранее определенной части тела пациента с помощью средств воздействия переменным электромагнитным полем, а также обеспечивающие возможность обработки результатов такого воздействия;

блок питания, выполненный с возможностью обеспечения автономной работы указанного устройства или с возможностью обеспечения его работы от электрической сети переменного тока;

измерительный блок, выполненный с возможностью измерения физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента, таких как амплитуда пульсовой волны, время распространения пульсовой волны, частота сердечных сокращений, артериальное давление;

5 вычислительный блок, выполненный с возможностью вычисления скорости распространения пульсовой волны, эндотелиальной функции;

отображающий блок, выполненный с возможностью отображения измеренных и вычисленных физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента; отличающееся тем, что

10 переменное электромагнитное поле, которым воздействуют на кровеносную систему пациента, характеризуется амплитудой магнитной индукции, которая составляет от 0,04 мТл до 0,06 мТл, и частотой, которая составляет от 700 Гц до 900 Гц,

причем указанное устройство обеспечивает повышение эндотелиальной функции под воздействием переменного электромагнитного поля.

15 2. Устройство по п. 1, дополнительно содержащее блок ввода данных, выполненный с возможностью ввода данных о пациенте, в частности роста, веса и возраста пациента.

3. Устройство по п. 1 или 2, в котором средства создания переменного электромагнитного поля выполнены с возможностью расположения вокруг тела пациента на некотором расстоянии.

20 4. Устройство по п. 1 или 2, в котором средства создания переменного электромагнитного поля выполнены с возможностью расположения в непосредственной близости от тела пациента.

5. Устройство по любому из предыдущих пунктов, дополнительно содержащее запоминающее устройство, в котором сохранена база данных для сохранения
25 измеренных и вычисленных физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента.

6. Устройство по любому из предыдущих пунктов, в котором средства воздействия переменным электромагнитным полем на кровеносную систему пациента содержат соленоид, выполненный с возможностью создания переменного электромагнитного
30 поля при получении команды от блока управления.

7. Устройство по любому из предыдущих пунктов, в котором измерительный блок содержит множество датчиков, выполненных с возможностью размещения на заданной части тела пациента и с возможностью связи с измерительным блоком для измерения физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента на основании
35 колебаний стенок артерий, обусловленных прохождением пульсовой волны.

8. Устройство по любому из предыдущих пунктов, в котором измерительный блок также выполнен с возможностью измерения физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента в отсутствие электромагнитного поля.

9. Устройство по любому из предыдущих пунктов, дополнительно содержащее
40 интерфейс связи, выполненный с возможностью осуществления проводной или беспроводной связи с вычислительным устройством для передачи вычисленных параметров на вычислительное устройство для их последующей обработки.

10. Устройство по любому из предыдущих пунктов, дополнительно содержащее компрессор для обеспечения давления, обеспечивающего пережатие кровеносных
45 сосудов пациента и превышающего систолическое давление пациента на 30-40 мм рт. ст.

11. Устройство по п. 10, в котором вычислительный блок вычисляет эндотелиальную функцию как отношение значений амплитуд пульсовых волн после и до пережатия.

12. Устройство по любому из предыдущих пунктов, в котором предпочтительная длительность экспозиции переменного электромагнитного поля составляет 60 минут.

13. Устройство по любому из предыдущих пунктов, в котором вычислительный блок дополнительно содержит множество встроенных программ терапевтического воздействия электромагнитным полем, причем блок управления выполнен с возможностью регулирования длительности и периодичности воздействия в соответствии с выбранной программой.

14. Способ воздействия переменным электромагнитным полем на кровеносную систему пациента с помощью устройства для осуществления воздействия электромагнитным полем на кровеносную систему пациента по п. 1, согласно которому генерируют переменное электромагнитное поле с помощью средств создания переменного электромагнитного поля;

измеряют физиологические параметры сердечно-сосудистой системы пациента, такие как амплитуда пульсовой волны, время распространения пульсовой волны, частота сердечных сокращений, артериальное давление;

вычисляют скорость распространения пульсовой волны и эндотелиальную функцию; отображают результаты вычислений с помощью отображающего блока,

причем переменное электромагнитное поле, которым воздействуют на кровеносную систему пациента, характеризуется амплитудой магнитной индукции, которая составляет от 0,04 мТл до 0,06 мТл, и частотой, которая составляет от 700 Гц до 900 Гц.

15. Способ по п. 14, согласно которому измерение физиологических параметров сердечно-сосудистой системы пациента также осуществляют до генерирования переменного электромагнитного поля.

16. Способ по п. 14 или 15, согласно которому предпочтительная длительность экспозиции переменного электромагнитного поля составляет 60 минут.

17. Способ по любому из пп. 14-16, согласно которому дополнительно осуществляют пережатие кровеносных сосудов пациента давлением, превышающим систолическое давление пациента на 30-40 мм рт. ст.

18. Способ по п. 17, согласно которому эндотелиальную функцию вычисляют как отношение значений амплитуд пульсовых волн после и до пережатия.

19. Способ по п. 17, дополнительно включающий одновременно с вычислением эндотелиальной функции определение изменения скорости распространения пульсовой волны до и после пережатия.

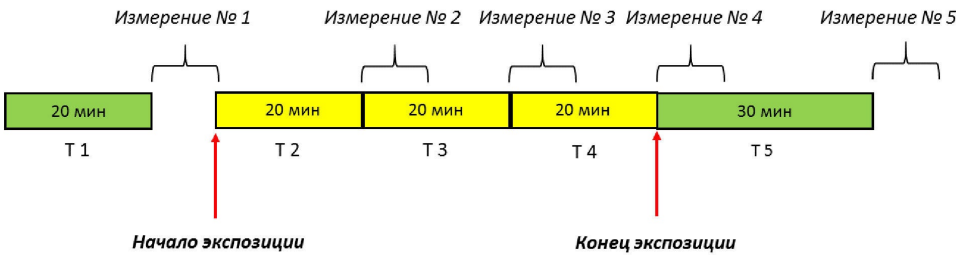
20. Способ по любому из пп. 14-19, дополнительно включающий регулирование длительности и периодичности воздействия в соответствии с выбранной программой терапевтического воздействия электромагнитным полем.

21. Способ по любому из пп. 14-20, дополнительно включающий введение данных о пациенте, в частности роста, веса и возраста пациента.

1

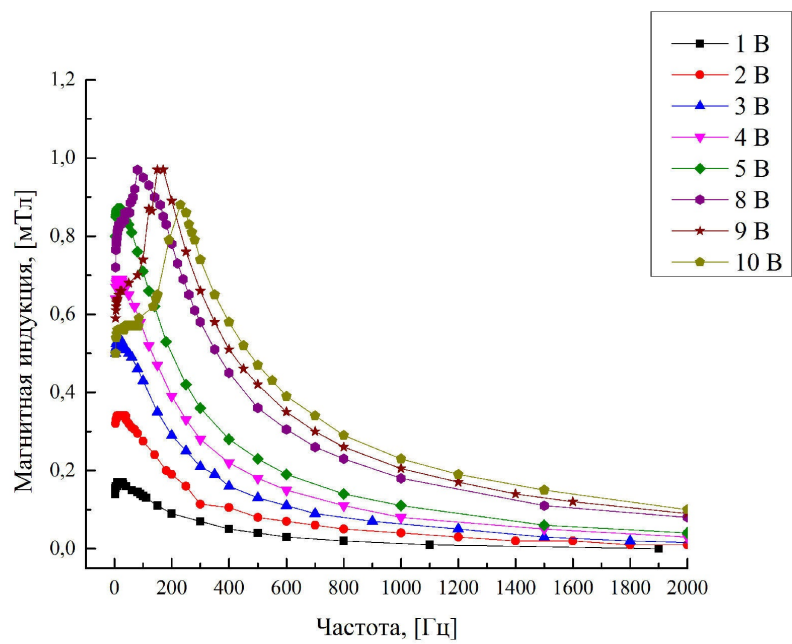


Фиг. 1

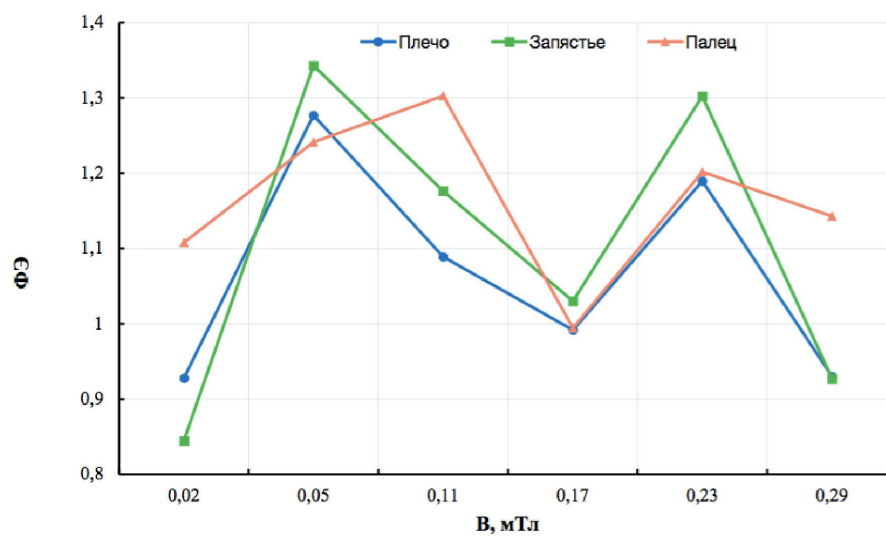


Фиг. 2

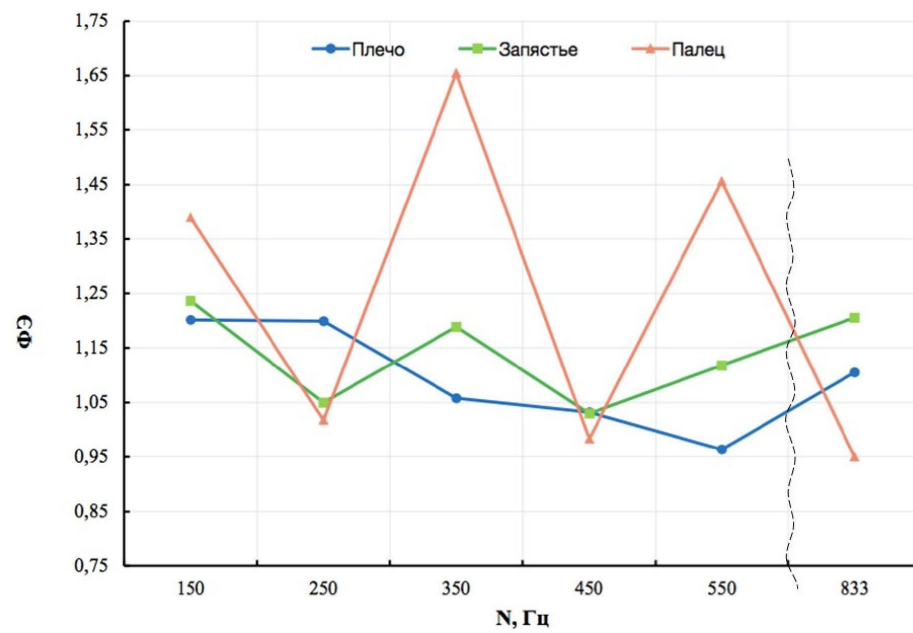
2



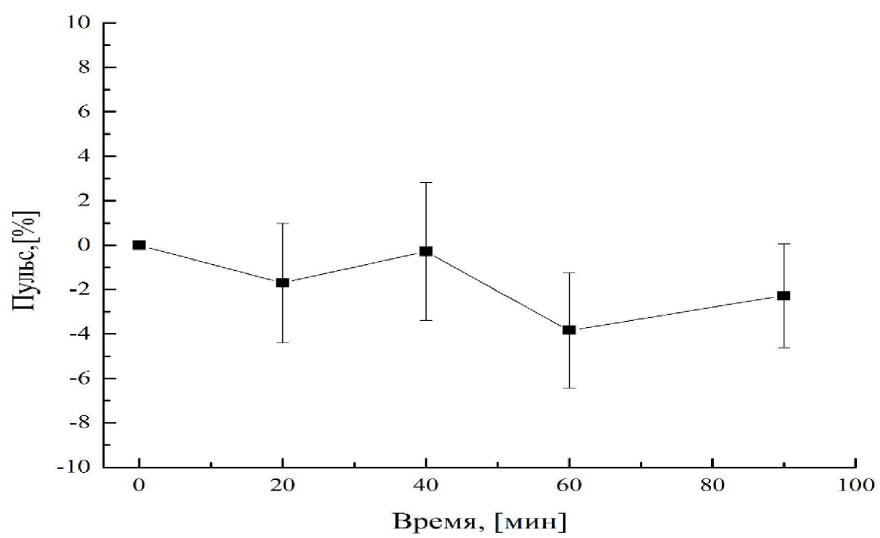
Фиг. 3



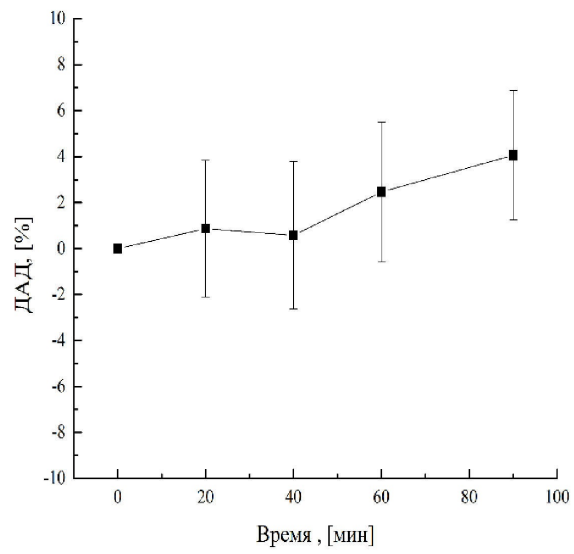
Фиг. 4



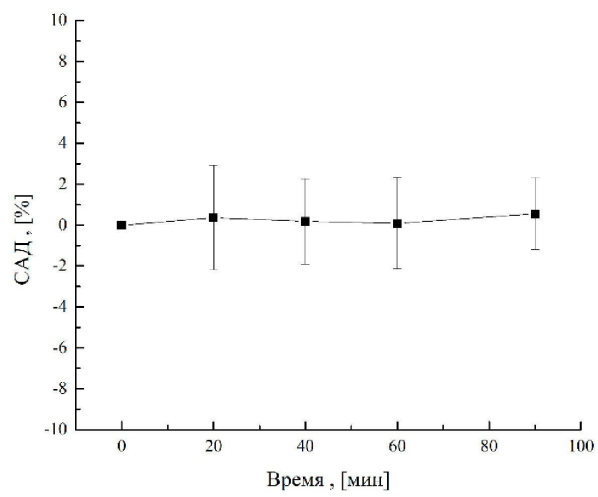
Фиг. 5



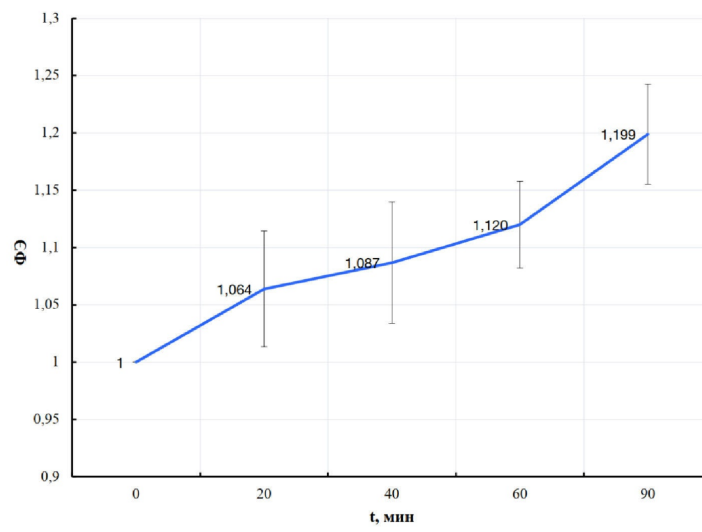
Фиг. 6



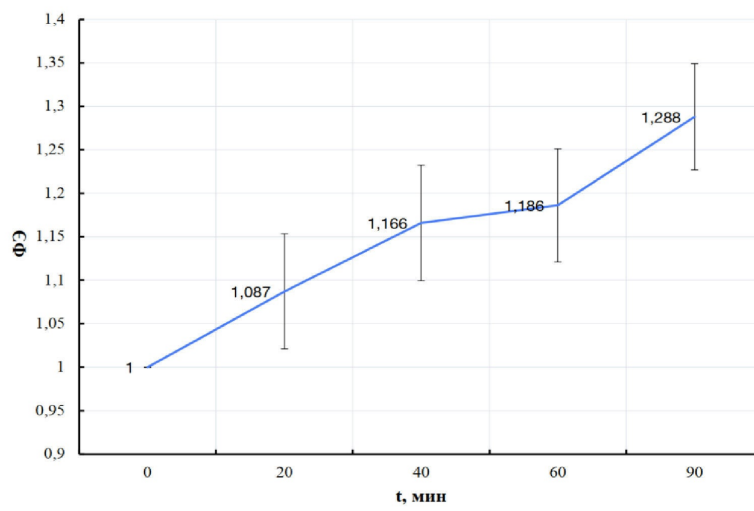
Фиг. 7



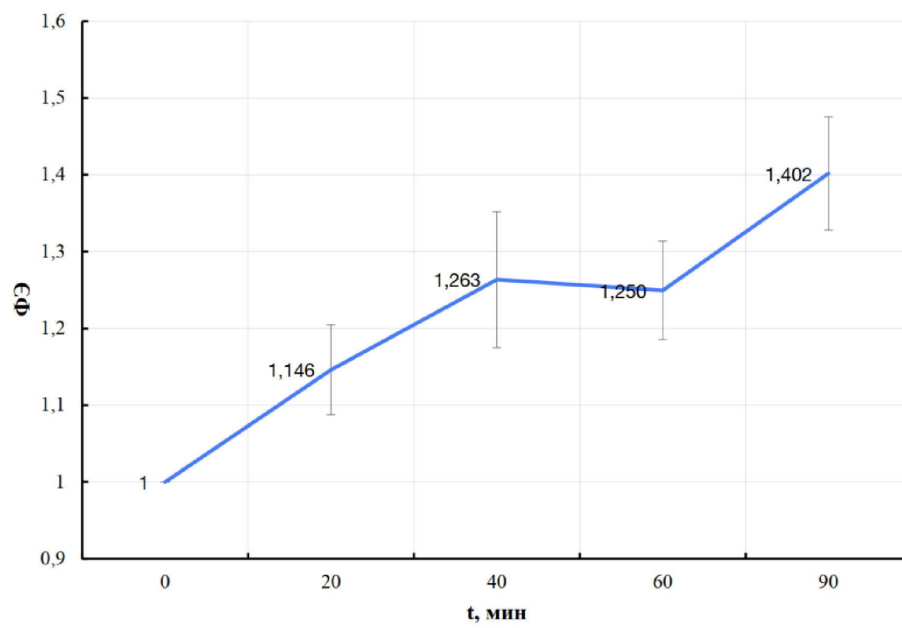
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11

- На плече:

Wilcoxon Matched Pairs Test (Spreadsheet1)				
Marked tests are significant at $p < .05000$				
Pair of Variables	Valid N	T	Z	p-value
Var1 & Var2	30	201,0000	0,647903	0,517048
Var1 & Var3	27	155,0000	0,816850	0,414015
Var1 & Var4	29	108,0000	2,367741	0,017898
Var1 & Var5	29	29,0000	4,075973	0,000046

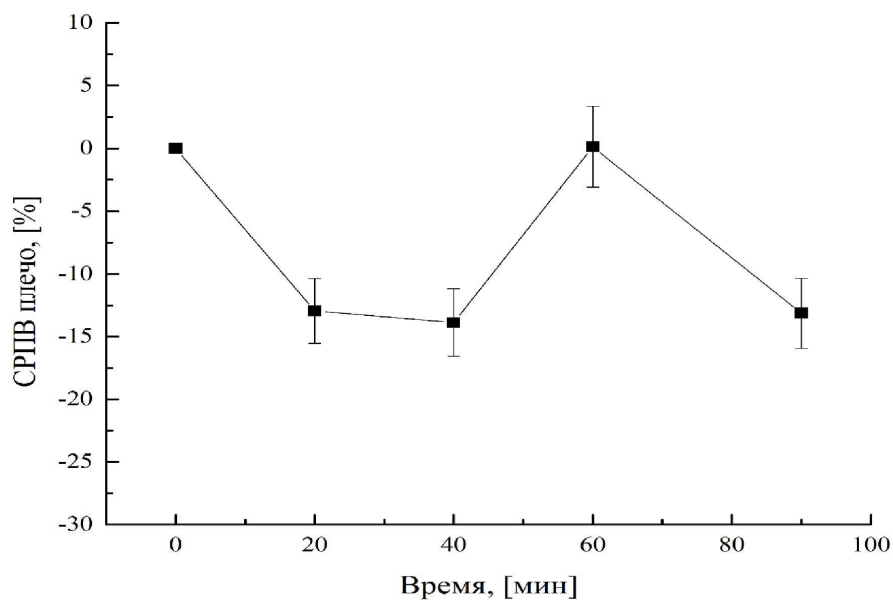
- На запястье:

Wilcoxon Matched Pairs Test (Spreadsheet1)				
Marked tests are significant at $p < .05000$				
Pair of Variables	Valid N	T	Z	p-value
Var1 & Var2	30	197,0000	0,730176	0,465283
Var1 & Var3	27	106,0000	1,994075	0,046145
Var1 & Var4	29	106,0000	2,410987	0,015910
Var1 & Var5	29	42,0000	3,794872	0,000148

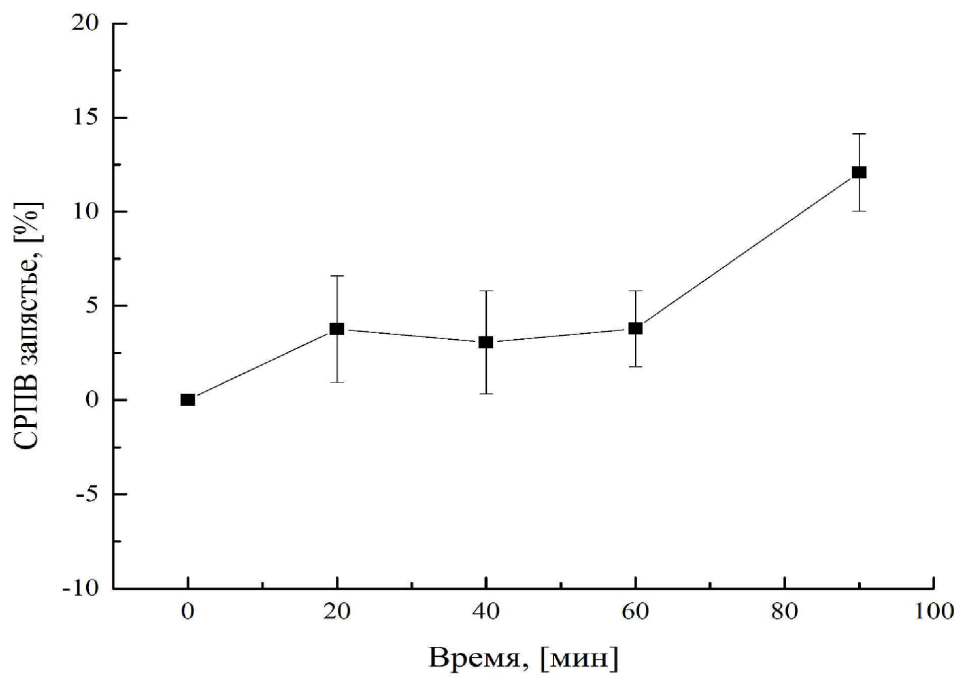
- На пальце:

Wilcoxon Matched Pairs Test (Spreadsheet1)				
Marked tests are significant at $p < .05000$				
Pair of Variables	Valid N	T	Z	p-value
Var1 & Var2	30	115,0000	2,416780	0,015659
Var1 & Var3	27	74,0000	2,762875	0,005730
Var1 & Var4	29	70,0000	3,189422	0,001426
Var1 & Var5	29	24,0000	4,184089	0,000029

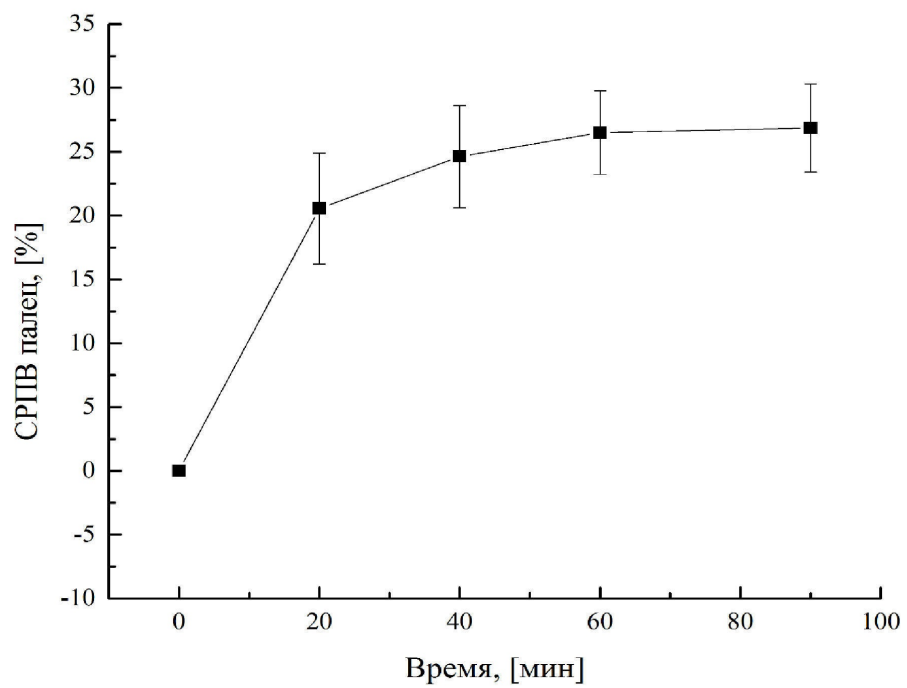
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15